

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДИСТОЙ ПРОВОЛОКИ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ДЕФОРМАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

А.Е. Гулин

Научный руководитель: доцент, к.т.н. М.А. Полякова
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова
Россия, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, 455000
E-mail: walter_chel@mail.ru

Развитие техники и технологий требует поиска новых решений для получения металлоизделий с повышенными эксплуатационными свойствами. Особую важность приобретают вопросы обеспечения стабильности структуры и свойств материалов, масштабирование обрабатываемых заготовок, расширение номенклатуры обрабатываемых материалов. Базовые методы обработки металлов давлением (прокатка, прессование, волочение, гибка и другие) в большинстве случаев исчерпали свои возможности по деформационно-скоростным режимам, поэтому в настоящее время на первый план выходят так называемые комбинированные или совмещенные процессы, что позволяет устранить или в значительной степени нивелировать недостатки, присущие какой-либо одной схеме обработки, и объединить преимущества базовых методов, обеспечивая получение продукции с новым комплексом свойств [1-4].

Перспективным процессом комбинированной деформационной обработки является метод, разработанный на основе базовой операции волочения, суть которого заключается в последовательном деформационном воздействии кручением и изгибом на движущуюся между двумя волоками проволоку [5]. Технологическими параметрами разработанного способа являются величина обжатия в волоках, количество оборотов кручения, диаметр и расстояние между роликами изгибного устройства. Полученные результаты экспериментов свидетельствуют о том, что изменением режимов комбинированной деформационной обработки углеродистой проволоки одного химического состава можно получать различное сочетание прочностных и пластических свойств [6-9]. Следовательно, рациональная оценка эффективности комбинированной деформационной обработки с точки зрения интенсивности влияния ее режимов на изменение микроструктуры и механических свойств обрабатываемой проволоки является важной задачей.

На рисунке представлена функциональная блок-схема разработанного метода комбинированной деформационной обработки проволоки волочением с кручением и изгибом [10]. Функциональный блок входных переменных включает переменные, характеризующие показатели механических свойств проволоки в исходном состоянии. Управляющими переменными являются количество оборотов кручения, абсолютное обжатие в волоках, скорость волочения проволоки, исходный диаметр проволоки. Функциональный блок объекта управления включает параметры микроструктуры обрабатываемой стали. Функциональный блок выходных переменных включает показатели механических свойств стали после комбинированной деформационной обработки. Функциональный блок сравнения и оценки включает процедуру сравнения показателей механических свойств, полученных в результате комбинированной деформационной обработки, с заданными показателями механических свойств, необходимых по условиям эксплуатации или дальнейшей переработки проволоки. Критерии эффективности процесса включают множество целевых функций, характеризующих эффективность управления комбинированной деформационной обработкой.

Таким образом, разработанный методологический подход прогнозирования формирования структуры и механических свойств в ходе комбинированной деформационной обработки углеродистой проволоки может быть использован для решения как прямой, так и обратной задачи [11]. Решение прямой задачи заключается в прогнозировании параметров микроструктуры и уровня механических свойств проволоки после комбинированной обработки при известных начальных значениях параметров структуры и механических свойств и заданных технологических режимах процесса. При решении обратной задачи следует определить значения параметров микроструктуры и механических свойств в исходном состоянии, которые обеспечат необходимый уровень свойств углеродистой проволоки после комбинированного воздействия.

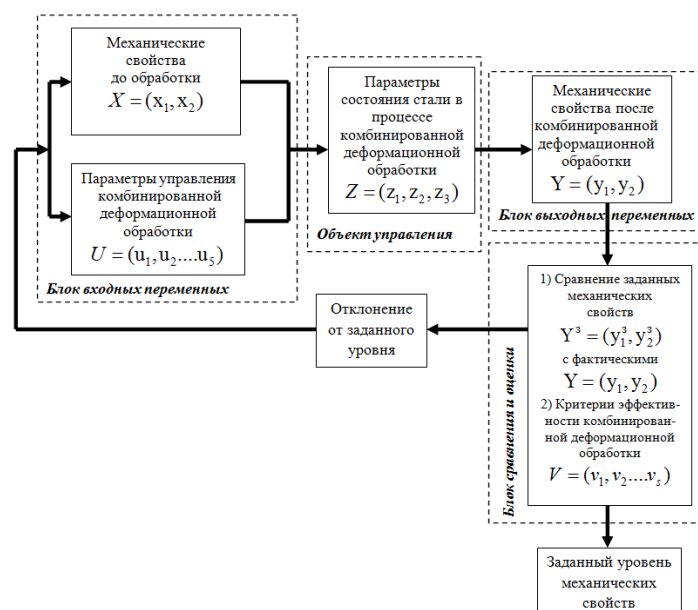


Рис. 1. Схема управления свойствами и структурой углеродистой проволоки в процессе комбинированной деформационной обработки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидельников С.Б., Довженко Н.Н., Загиров Н.Н. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов. - М: МАКС Пресс, 2005. - 344 с.
2. J. Jolda, C. Sjogren. Solutions to seven common problems in wire straightening. // WCTS. – 2001. – P. 57-61.
3. K. Muszka, L. Madej, J. Majta. The effects of deformation and microstructure inhomogeneities in the Accumulative Angular Drawing. // Materials Science & Engineering A. – 2013. – Vol. 574. – P. 68-74.
4. I. Saunders, J. Nutting. Deformation of metals to high strains using combination of torsion and compression. // Metal Science. – 1984. – Vol. 18. – Issue 12. – P. 571-575.
5. Пат. 2467816 RU. МПК B21C 1/04, B21C 1/00. Способ получения ультрамелкозернистых полуфабрикатов волочением с кручением. Чукин М.В., Полякова М.А., Голубчик Э.М., Рудаков В.П., Носков С.Е., Гулин А.Е. Заявл. 28.02.2011. Опубликовано. 27.11.2012. Бюл. № 33.
6. M. Polyakova, A. Gulin, D. Constantinov. Investigation of microstructure and mechanical properties of carbon steel wire after continuous method of deformational nanostructuring. // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 436. – P. 114 – 120.
7. A. Gulin, M. Polyakova, E. Golubchik. Effect of Stress-Strain State During Combined Deformation on Microstructure Evolution of High Carbon Steel Wire. // Solid State Phenomena. – 2016. – Vol. 870. – P. 460-465.
8. M. Polyakova, I. Calliari, A. Gulin. Effect of microstructure and mechanical properties formation of medium carbon steel wire through continuous combined deformation. // Key Engineering Materials. – 2016. – Vol. 716. – P. 201-207.
9. M. Polyakova, E. Golubchik, Yu. Efimova, A. Gulin. Modern engineering techniques for designing materials with a specified set of properties. // Key Engineering Materials. - 2017. - Vol. 724. – P. 77-86.
10. Корчунов А.Г., Полякова М.А., Гулин А.Е. Оценка эффективности метода непрерывного деформационного наноструктурирования проволоки. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Металлургия. - 2013. - Том 13. - № 1. - С. 122 – 128.
11. Чукин М.В., Корчунов А.Г., Голубчик Э.М., Полякова М.А., Гулин А.Е. Анализ метода непрерывного деформационного наноструктурирования проволоки с использованием концепции технологического наследования. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. - 2012. - № 4. - С. 61 – 65.